

## PCT

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire <b>62170</b>	<b>POUR SUITE A DONNER</b> voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après	
Demande internationale n° <b>PCT/FR 01/ 02225</b>	Date du dépôt international(jour/mois/année) <b>10/07/2001</b>	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année) <b>13/07/2000</b>
Déposant  <b>THALES</b>		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 2 feuilles.

☒ Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

## 1. Base du rapport

- a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.

☐ la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administrateur

- b. En ce qui concerne **les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :

☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.

☐ déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.

☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ **Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche** (voir le cadre I).

3. ☐ **Il y a absence d'unité de l'invention** (voir le cadre II).

4. En ce qui concerne le **titre**,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.

☐ Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'**abrégé**,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant

☐ le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

6. La figure **des dessins** à publier avec l'abrégé est la Figure n°

☒ suggérée par le déposant.

☐ parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.

☐ parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

2

☐ Aucune des figures n'est à publier.

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 H03H9/02 H03H9/145

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H03H

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 3 018 451 A (OSKAR MATTIAT) 23 janvier 1962 (1962-01-23) le document en entier ---	1,2
A	DE 23 28 719 A (LICENTIA GMBH) 2 janvier 1975 (1975-01-02) le document en entier ---	1
A	US 5 991 989 A (EDA KAZUO ET AL) 30 novembre 1999 (1999-11-30) colonne 3, ligne 56 -colonne 5, ligne 21; figure 1 colonne 7, ligne 43-60 ---	3,13
A	EP 0 854 571 A (MURATA MANUFACTURING CO) 22 juillet 1998 (1998-07-22) page 6, ligne 76-20; figure 3 -----	10,13

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

## ° Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*G\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

27 septembre 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

09/10/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Coppieters, C

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 3018451	A	23-01-1962	GB	907010 A	26-09-1962
DE 2328719	A	02-01-1975	DE	2328807 A1	09-01-1975
			DE	2328719 A1	02-01-1975
US 5991989	A	30-11-1999	JP	8307197 A	22-11-1996
			EP	0742643 A1	13-11-1996
			US	5821665 A	13-10-1998
EP 0854571	A	22-07-1998	JP	10261938 A	29-09-1998
			EP	0854571 A2	22-07-1998
			US	5977686 A	02-11-1999

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
24 janvier 2002 (24.01.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 02/07310 A1

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : H03H 9/02,  
9/145

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR01/02225

(22) Date de dépôt international : 10 juillet 2001 (10.07.2001)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
00/09246 13 juillet 2000 (13.07.2000) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
THALES [FR/FR]; 173, boulevard Haussmann, F-75008  
Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : BALLAN-  
DRAS, Sylvain [FR/FR]; Thales Intellectual Property, 13,  
av. du Prés. Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex

(FR). GAUTIER, Brice [FR/FR]; Thales Intellectual Prop-  
erty, 13, av. du Prés. Salvador Allende, F-94117 Arcueil  
Cedex (FR). HAUDEN, Daniel [FR/FR]; Thales Intellec-  
tual Property, 13, av. du Prés. Salvador Allende, F-94117  
Arcueil Cedex (FR). LABRUNE, Jean-Claude [FR/FR];  
Thales Intellectual Property, 13, av. du Prés. Salvador Al-  
lende, F-94117 Arcueil Cedex (FR).

(74) Mandataire : ESSELIN, Sophie; Thales Intellectual  
Property, 13, av. du Prés. Salvador Allende, F-94117  
Arcueil Cedex (FR).

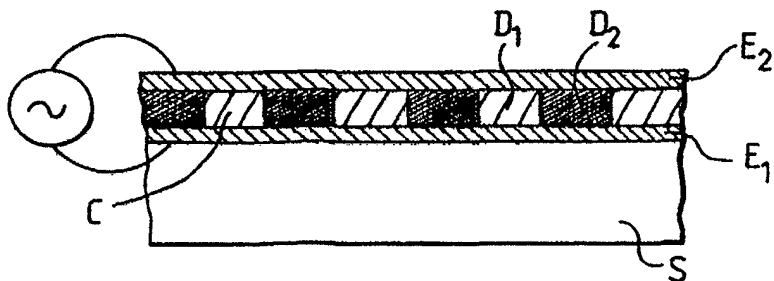
(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,  
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,  
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,  
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien  
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen  
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ACOUSTIC WAVE DEVICE COMPRISING ALTERNATING POLARISATION DOMAINS

(54) Titre : DISPOSITIF A ONDES ACOUSTIQUES COMPRENANT DES DOMAINES DE POLARISATION ALTERNEE



(57) Abstract: The invention concerns an acoustic wave device comprising a ferroelectric material layer (C) and a substrate. The invention is characterised in that the ferroelectric material is interposed between a first electrode (E1) deposited at the substrate surface or constituting the substrate and a second electrode (E2) and the ferroelectric material layer comprises first positive polarisation domains (D1) and second negative

polarisation domains (D2). For applications in the field of surface wave transducers, structures can be advantageously produced with pitch domain inversion of the order of several hundreds of nanometers, adapted to high frequency applications (of the order of one Giga-Hertz).

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif à ondes acoustiques comprenant une couche de matériau ferroélectrique (C) et un substrat (S), caractérisé en ce que la couche de matériau ferroélectrique est comprise entre une première électrode (E1) déposée à la surface du substrat ou constitutive du substrat et une deuxième électrode (E2) et en ce que la couche de matériau ferroélectrique comprend des premiers domaines de polarisation positive (D1) et des seconds domaines de polarisation négative (D2). Pour des applications dans le domaine des transducteurs à ondes de surface on peut avantageusement réaliser des structures avec inversion de domaines de pas de l'ordre de quelques centaines de nanomètres, adaptées à des applications hautes fréquences (de l'ordre du Giga Hertz).

WO 02/07310 A1



MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

**Déclaration en vertu de la règle 4.17 :**

— relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii)) pour toutes les désignations

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

**DISPOSITIF A ONDES ACOUSTIQUES  
COMPRENANT DES DOMAINES  
DE POLARISATION ALTERNEE**

5

Le domaine de l'invention est celui des dispositifs à ondes acoustiques et notamment celui des transducteurs à ondes de surface pouvant fonctionner à très hautes fréquences de l'ordre de plusieurs Giga Hertz.

10

De manière conventionnelle, les transducteurs sont fabriqués actuellement en utilisant des structures de peigne à électrodes interdigitées, en utilisant des structures de deux, quatre ou huit électrodes par longueur d'ondes  $\lambda$ ,  $\lambda$  correspondant à la fréquence centrale de fonctionnement du transducteur, selon les applications visées. Dans tous ces transducteurs, le

15

ratio généralement utilisé entre les surfaces métallisées au niveau du substrat et les surfaces libres est typiquement compris entre 0,25 et 0,75.

20

Une nouvelle classe de transducteurs a néanmoins vu le jour. Il s'agit de transducteurs dits à faible gap dans lesquels la surface libre est très réduite de manière à obtenir la plus petite distance possible entre deux électrodes consécutives. Les avantages de ce type de transducteur résident dans le fait que l'on peut obtenir des largeurs d'électrodes les plus grandes possibles, par période, avec des phénomènes de réflexions entre électrodes fortement diminués.

25

L'inconvénient de ces structures réside dans les difficultés technologiques. A titre d'exemple, pour un transducteur fonctionnant à 1,6 GHz, des électrodes de largeur  $\lambda/2$  soit 1,5  $\mu\text{m}$  doivent être séparées par une distance de l'ordre de quelques centaines d'Angströms, ce qui nécessite une technologie très délicate.

30

Par ailleurs lorsque l'on envoie de la puissance dans les électrodes très proches les unes des autres, le métal constitutif desdites électrodes, en l'occurrence l'aluminium (le plus souvent utilisé) transforme de l'énergie en chaleur et a tendance à fluer, pouvant ainsi mettre en court-circuit les différentes électrodes (cas des ondes de Rayleigh).

35

Pour résoudre ces différents problèmes, l'invention propose un dispositif à ondes acoustiques comportant des électrodes continues et un matériau ferroélectrique à retournement de polarisation.

Plus précisément l'invention a pour objet un dispositif à ondes acoustiques comprenant une couche de matériau ferroélectrique et un substrat, caractérisé en ce que la couche de matériau ferroélectrique est comprise entre une première électrode déposée à la surface du substrat ou  
5 constitutive du substrat et une deuxième électrode et en ce que la couche de matériau ferroélectrique comprend des premiers domaines de polarisation positive et des seconds domaines de polarisation négative.

Selon une première variante la seconde électrode est déposée sur la couche de matériau ferroélectrique. Selon une seconde variante la  
10 seconde électrode est supportée par un couvercle, de manière à créer un espace entre ladite seconde électrode et la couche de matériau ferroélectrique, et par la même augmenter les performances de propagation des ondes acoustiques, moins contraintes, en raison du non-contact du matériau ferroélectrique et de l'électrode supérieure.

15 Selon une variante de l'invention, la couche de matériau ferroélectrique peut également comprendre des domaines non polarisés pouvant introduire des éléments de phase pour influencer la directionnalité des ondes acoustiques se propageant dans la couche de matériau ferroélectrique, comme il sera explicité ultérieurement.

20 Selon une variante de l'invention, le dispositif à ondes acoustiques comprend une série de domaines linéaires de polarisation positive, négative ou nulle.

Selon une autre variante de l'invention, les domaines sont distribués selon deux directions orthogonales ce qui favorise les  
25 combinaisons d'interférences entre ondes acoustiques et permet un degré de liberté supplémentaire pour élaborer des structures particulières de transducteurs.

Selon une variante de l'invention le dispositif à ondes acoustiques comprend au moins une électrode dont la surface est définie par deux  
30 paramètres  $y$  et  $x$  répondant à une équation de type  $y = f(x)$  avec  $f$  fonction réelle.

Selon une variante de l'invention la distribution de polarisation spatiale dans le plan de la couche de matériau ferroélectrique suit une loi géométrique telle que la surface polarisée résultante soit définie par deux  
35 paramètres  $y$  et  $x$ ,  $f$  étant une fonction réelle.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre non limitatif et grâce aux figures annexées parmi lesquelles :

- 5 - la Figure 1 illustre un procédé pour créer des domaines de polarisation positive et des domaines de polarisation négative pour un dispositif à ondes de surface selon l'invention ;
- la Figure 2 illustre un premier exemple de dispositif à ondes de surface selon l'invention ;
- la Figure 3 illustre un exemple de dispositif selon l'invention  
10 comportant des domaines non polarisés ;
- la Figure 4 illustre une architecture d'électrodes interdigitées selon l'art connu pour créer une fonction d'apodisation ;
- la Figure 5 illustre un exemple de forme d'électrodes utilisée dans l'invention pour réaliser une fonction d'apodisation ;
- 15 - la Figure 6 illustre un second exemple de dispositif à ondes de surface utilisant une seconde électrode qui n'est pas en contact avec la couche de matériau ferroélectrique.

De manière générale l'invention propose un dispositif à ondes acoustiques utilisant une couche de matériau ferroélectrique dans lequel on  
20 réalise des domaines de polarisations alternées.

En effet, il est proposé de créer localement des domaines polarisés et de tirer parti de ce genre de polarisation locale pour fonctionnaliser ou rendre périodiques les propriétés électroacoustiques du matériau résultant, de manière à fabriquer des dispositifs à ondes  
25 acoustiques excités piézo-électriquement par l'intermédiaire d'un matériau ferroélectrique sur n'importe quel type de substrat métallique ou surface métallisée grâce à une polarisation électrique locale.

Pour cela on réalise de manière classique une couche de matériau ferroélectrique à la surface d'un substrat métallique ou à la surface  
30 d'un substrat métallisé. Typiquement il peut s'agir d'un matériau ferroélectrique quelconque, mono, poly ou multicristallin, par exemple de l'oxyde de plomb, titane, zirconium (PZT), du  $\text{Li Nb O}_3$ , du  $\text{Li Ta O}_3$  ou bien encore du  $\text{KNb O}_3$ . La couche peut typiquement présenter une épaisseur inférieure à environ 10  $\mu\text{m}$ . On soumet alors localement le matériau  
35 (pré-polarisé ou non) à un champ électrique important, notamment à l'aide



d'une électrode métallique en forme de pointe ou d'apex, ou dont on a réalisé la géométrie en fonction du profil de polarisation locale souhaitée.

Le but de cette opération est de dépasser le champ coercitif du matériau pendant une durée suffisante, supérieure au temps minimum de polarisation spécifique du matériau. On aligne alors de façon durable les dipôles moléculaires du matériau ferroélectrique afin d'obtenir une polarisation piézo-électrique maîtrisée. La polarité du champ électrique ainsi appliqué permet en effet d'imposer localement le sens de polarisation du matériau ferroélectrique. Durant l'application du champ électrique, l'électrode sous-jacente ou le substrat lui-même le cas échéant sont portés à la référence électrique. La Figure 1 illustre ce procédé pour créer des premiers domaines  $D_1$  de polarisation positive, des seconds domaines  $D_2$  de polarisation négative et conserver des troisièmes domaines  $D_3$  non polarisés au sein de la couche C de matériau ferroélectrique à la surface d'un substrat S recouvert d'une première électrode  $E_1$ . Une pointe P est positionnée en regard de ladite couche C.

Nous allons décrire ce procédé dans le cas d'une couche d'oxyde PZT. Typiquement on réalise sur un substrat composé d'un matériau de type silicium, saphir, verre, etc, la première électrode avec un alliage platine/titane capable de résister aux températures d'élaboration de la céramique PZT (températures supérieures à environ 500° C). On procède à la réalisation de la couche PZT par des dépôts de type pulvérisation cathodique ou solgel afin d'obtenir une couche d'épaisseur de l'ordre de quelques microns. On utilise alors une pointe telle que celles utilisées pour les microscopes à champ proche de type microscope à forces atomiques avec lequel on approche une pointe suffisamment près de l'échantillon pour être sensible aux forces de Van der Waals (AFM) ou de type microscope à effet tunnel avec lequel on approche une pointe suffisamment près de l'échantillon pour permettre à des électrons de transiter depuis celui-ci vers la pointe par effet tunnel électronique (STM). En appliquant un potentiel sur la pointe on obtient la polarisation forcée escomptée de façon précise et reproductible. Pour des couches de PZT très fines, de l'ordre de 500 nm d'épaisseur, des potentiels de 5 à 12 V suffisent à engendrer des champs supérieurs au champ coercitif. En pratique la taille des domaines ainsi créés peut être inférieure à 130 nm.

En fonction de la finesse de la pointe, il est possible d'appliquer le processus sur une zone plus ou moins large. Dans le cas du PZT, la résolution spatiale de l'inversion du domaine dépend directement de la taille du grain de matière. Dans les couches déposées par pulvérisation cathodique, la taille du grain peut typiquement être de l'ordre de quelques centaines de nanomètres et être de l'ordre d'environ 60 nm pour des grains obtenus par procédé sol gel.

Pour des applications dans le domaine des transducteurs à ondes de surface on peut ainsi réaliser des structures avec inversion de domaines de pas de l'ordre de quelques centaines de nanomètres donc tout à fait adaptées à des applications hautes fréquences. En effet selon l'invention le pas du réseau est de l'ordre de la longueur d'onde acoustique. La fréquence est obtenue en première approximation en divisant la vitesse de phase de l'onde par le pas du réseau. Dans le cas des dispositifs classiques à ondes de surface, le pas des réseaux utilisé est généralement égal à une demi-longueur d'onde acoustique.

Les dispositifs à ondes acoustiques selon l'invention utilisant le retournement de polarisation dans un matériau ferroélectrique peuvent avantageusement être des dispositifs à ondes de surface.

En effet en recouvrant la couche de matériau ferroélectrique par une seconde électrode, on peut exciter la structure ainsi réalisée de façon dynamique.

En alternant des domaines de polarisation positive et de polarisation négative on alterne extensions et compressions de matière au niveau de la couche de matériau ferroélectrique de manière à générer des interférences acoustiques constructives, se propageant préférentiellement dans le plan de la couche (ayant ainsi une fonction de guide) plutôt que dans le volume. En effet la vitesse de propagation des ondes élastiques guidées dans la couche est plus faible que la vitesse de propagation des ondes élastiques dans le substrat. La Figure 2 montre un exemple de dispositif selon l'invention comprenant un substrat S, une couche C de matériau ferroélectrique présentant des premiers domaines  $D_1$  et des seconds domaines  $D_2$ , une seconde électrode  $E_2$  étant déposée à la surface de la couche C, l'excitation électrique étant établie par l'intermédiaire des électrodes  $E_1$  et  $E_2$ . Il est alors possible de définir à la surface du substrat un

unique transducteur qui présente une admittance caractéristique bien identifiée, utilisée en combinaison d'autres transducteurs du même type (mais dont la fréquence centrale est différente) de façon à réaliser des filtres en réseaux, en échelle ou en treillis, ou bien définir un transducteur d'entrée  
5 et un transducteur de sortie.

Selon ce concept inventif, il est possible de réaliser de manière très directe des fonctions de transduction permettant d'élaborer des transducteurs avec des spécifications données.

La période des domaines  $D_1$  et  $D_2$ , est alors équivalente à la  
10 période entre électrodes de même polarité au sein des structures interdigitées de l'art connu.

Notamment il est possible d'influencer la directionnalité des ondes acoustiques de surface en créant des éléments neutres en polarisation qui modifie la phase des ondes en perturbant localement le pas des domaines  
15 alternés comme illustré en Figure 3. En effet en créant localement une perturbation (domaine  $D_3$ ) dans la distribution alternée de domaines de polarisation positive ( $D_1$ ) et de domaines de polarisation négative ( $D_2$ ), on perturbe de manière non symétrique la propagation des ondes acoustiques de surface, privilégiant une direction plutôt que l'autre.

20 Il est également possible de réaliser des dispositifs à ondes de surface avec des fonctions de filtrage très sélectives en longueur d'onde et de manière plus simple que dans l'art connu.

En effet pour réaliser des dispositifs à ondes de surface avec de grande réjection, il est couramment proposé d'établir des fonctions  
25 d'apodisation par recouvrement des électrodes interdigitées, complexes, comme illustré en Figure 4. La variable  $y$  représente la longueur de recouvrement de deux électrodes adjacentes. Il a été montré qu'une fonction de type  $y = \sin x/x$  permettait d'obtenir une fonction de filtrage très raide.

De manière générale, la fonction d'apodisation permet de moduler  
30 en amplitude l'émission d'ondes élastiques de telle sorte que la réponse impulsionnelle d'une structure à deux transducteurs en regard, dont l'un est apodisé, l'autre non (mais d'une ouverture acoustique au moins égale à la plus grande ouverture du transducteur apodisé) soit de forme identique à la fonction d'apodisation. Par exemple, si l'apodisation spatiale est triangulaire,

en excitant le système avec un Dirac, on reçoit un signal triangulaire en temps.

Il est également possible dans des matériaux non polarisés spontanément (PZT en couches minces par exemple) de créer la fonction  
5 d'apodisation directement lors de l'opération de polarisation locale, en réalisant des domaines linéaires plus ou moins longs de manière à reconstituer la fonction désirée.

Selon l'invention il est possible de simuler ce type de recouvrement grâce à la géométrie de l'une des électrodes du dispositif à  
10 ondes acoustiques, comme illustré en Figure 5.

Dans le premier exemple de dispositif selon l'invention, illustré en Figure 3, la seconde électrode est réalisée à la surface du matériau ferroélectrique.

La Figure 6 décrit un second exemple de dispositif à ondes de  
15 surface selon l'invention, dans lequel on crée une excitation sans contact de l'électrode supérieure avec la couche de matériau ferroélectrique. Pour ce faire l'électrode  $E_2$  est supportée par un couvercle CL reposant sur le substrat S. Typiquement, l'épaisseur de ce gap peut être inférieure à environ une vingtaine de microns.. Des lignes de champ électrique sont toujours  
20 présentes entre les deux électrodes et donc au sein du matériau ferroélectrique. Une telle structure présente les avantages suivants :

- limiter les problèmes de vieillissement des métallisations, au moins au niveau de l'électrode supérieure, les problèmes de tenue en puissance des couches métalliques et de pertes  
25 acoustiques introduites par les métaux en couches minces.

Avec une architecture dans laquelle le couvercle est amovible, il devient de plus possible de reconfigurer les domaines de polarisation positive, négative ou nulle et ainsi reprogrammer le dispositif à ondes acoustiques.

30

## REVENDICATIONS

5                   1. Dispositif à ondes acoustiques comprenant une couche de  
matériau ferroélectrique (C) et un substrat (S), caractérisé en ce que la  
couche de matériau ferroélectrique est comprise entre une première  
électrode (E1) déposée à la surface du substrat ou constitutive du substrat et  
une deuxième électrode (E2) et en ce que la couche de matériau  
10 ferroélectrique comprend des premiers domaines de polarisation positive  
(D1) et des seconds domaines de polarisation négative (D2).

                  2. Dispositif à ondes acoustiques selon la revendication 1,  
caractérisé en ce que la seconde électrode est déposée à la surface de la  
15 couche de matériau ferroélectrique.

                  3. Dispositif à ondes acoustiques selon la revendication 1,  
caractérisé en ce qu'il comprend un couvercle (CL) reposant sur le substrat,  
ledit couvercle comportant la seconde électrode, de manière à créer un  
20 espace entre ladite seconde électrode et la couche de matériau piézo-  
électrique.

                  4. Dispositif à ondes de surface selon la revendication 3,  
caractérisé en ce que le couvercle est amovible par rapport à la couche de  
25 matériau ferroélectrique.

                  5. Dispositif à ondes acoustiques selon l'une des revendications 1  
à 4, caractérisé en ce qu'il comprend des troisièmes domaines non polarisés  
(D3) de manière à influencer la directivité des ondes acoustiques.  
30

                  6. Dispositif à ondes acoustiques selon l'une des revendications 1  
à 5, caractérisé en ce qu'il comprend une série de domaines linéaires  
comportant des premiers domaines et des seconds domaines.

7. Dispositif à ondes acoustiques selon la revendication 6, caractérisé en ce que la série de domaines linéaires comporte en outre des domaines non polarisés.

5 8. Dispositif à ondes acoustiques selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend un arrangement matriciel de premiers domaines et de seconds domaines.

9. Dispositif à ondes acoustiques selon la revendication 8,  
10 caractérisé en ce qu'il comprend en outre des domaines non polarisés.

10. Dispositif à ondes acoustiques selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le matériau ferroélectrique est de l'oxyde de plomb, de titane et de zirconium.

15 11. Dispositif à ondes acoustiques selon la revendication 10, caractérisé en ce que la première électrode est un alliage de platine et de titane.

20 12. Dispositif à ondes acoustiques selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le substrat est en silicium.

13. Dispositif à ondes acoustiques selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la seconde électrode est en aluminium.

25 14. Dispositif à ondes acoustiques selon l'une des revendications 10 à 13, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une électrode dont la surface est définie par deux paramètres  $y$  et  $x$  répondant à une équation de type  $y = f(x)$  avec  $f$  une fonction réelle :

30 15. Dispositif à ondes acoustiques selon l'une des revendications 10 à 13, caractérisé en ce que la distribution de polarisation spatiale dans le plan de la couche de matériau ferroélectrique suit une loi géométrique telle que la surface polarisée résultante soit définie par deux paramètres  $y$  et  $x$   
35 répondant à une équation de type  $y = f(x)$ ,  $f$  étant une fonction réelle.

16. Procédé de fabrication d'un dispositif à ondes de surface selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- 5           - la réalisation d'une couche de matériau ferroélectrique à la surface d'un substrat comportant une première électrode ;
- l'élaboration dans la couche de matériau ferroélectrique de domaines de polarisation positive et négative par application d'un champ électrique supérieur au champ coercitif du
- 10           matériau ferroélectrique, dont la polarité conditionne le sens de polarisation des domaines ;
- la réalisation d'une seconde électrode en regard du matériau ferroélectrique ;

15           17. Procédé de fabrication d'un dispositif à ondes acoustiques selon la revendication 16, caractérisé en ce que la seconde électrode est réalisée à la surface de la couche de matériau ferroélectrique.

20           18. Procédé de fabrication d'un dispositif à ondes acoustiques selon la revendication 16, caractérisé en ce que la seconde électrode est supportée par un couvercle fixé sur le substrat.

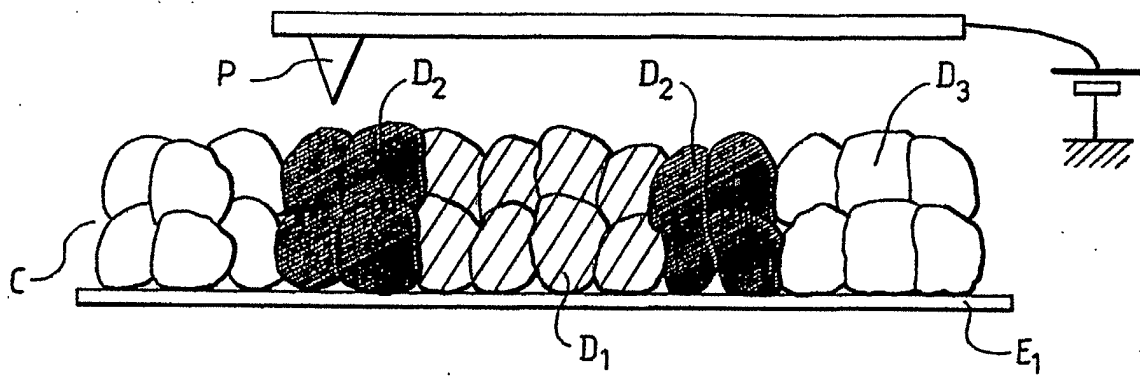


FIG. 1

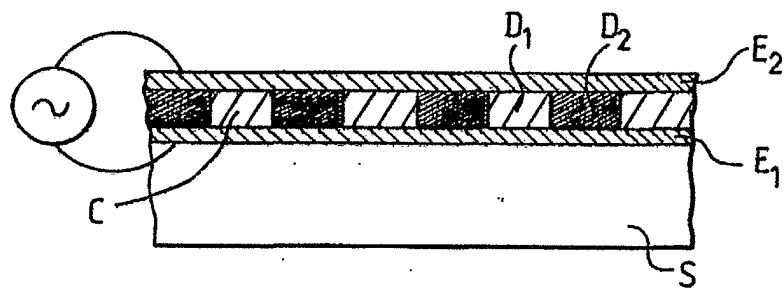


FIG. 2

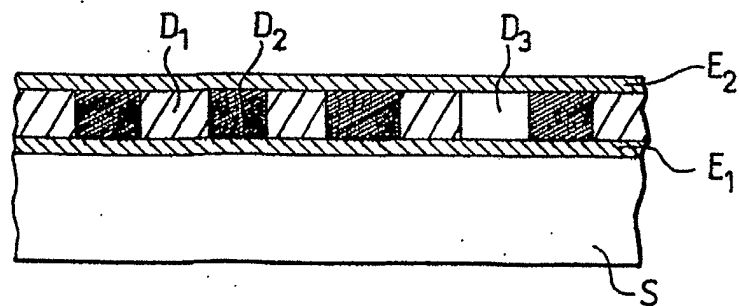


FIG. 3



2/2

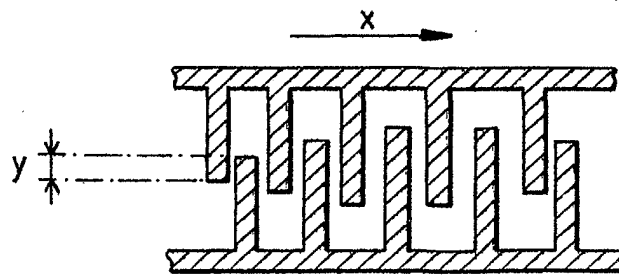


FIG. 4

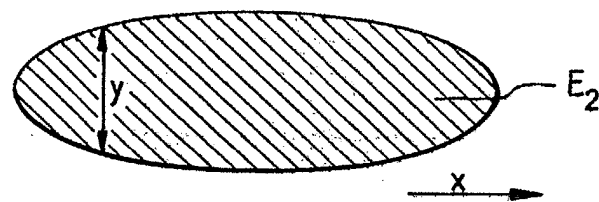


FIG. 5

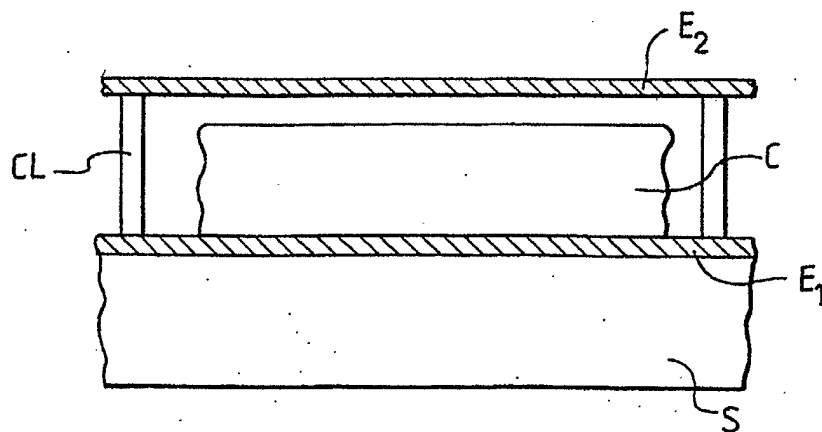


FIG. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 01/02225

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H03H9/02 H03H9/145

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 018 451 A (OSKAR MATTIAT) 23 January 1962 (1962-01-23) the whole document	1,2
A	DE 23 28 719 A (LICENTIA GMBH) 2 January 1975 (1975-01-02) the whole document	1
A	US 5 991 989 A (EDA KAZUO ET AL) 30 November 1999 (1999-11-30) column 3, line 56 -column 5, line 21; figure 1 column 7, line 43-60	3,13
A	EP 0 854 571 A (MURATA MANUFACTURING CO) 22 July 1998 (1998-07-22) page 6, line 76-20; figure 3	10,13

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 September 2001

Date of mailing of the international search report

09/10/2001

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Coppieters, C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 01/02225

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3018451	A	23-01-1962	GB 907010 A	26-09-1962
DE 2328719	A	02-01-1975	DE 2328807 A1	09-01-1975
			DE 2328719 A1	02-01-1975
US 5991989	A	30-11-1999	JP 8307197 A	22-11-1996
			EP 0742643 A1	13-11-1996
			US 5821665 A	13-10-1998
EP 0854571	A	22-07-1998	JP 10261938 A	29-09-1998
			EP 0854571 A2	22-07-1998
			US 5977686 A	02-11-1999

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dei. Internationale No  
PCT/FR 01/02225

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 H03H9/02 H03H9/145

*Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB*

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H03H

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EP0-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 3 018 451 A (OSKAR MATTIAT) 23 janvier 1962 (1962-01-23) le document en entier	1, 2
A	DE 23 28 719 A (LICENTIA GMBH) 2 janvier 1975 (1975-01-02) le document en entier	1
A	US 5 991 989 A (EDA KAZUO ET AL) 30 novembre 1999 (1999-11-30) colonne 3, ligne 56 -colonne 5, ligne 21; figure 1 colonne 7, ligne 43-60	3, 13
A	EP 0 854 571 A (MURATA MANUFACTURING CO) 22 juillet 1998 (1998-07-22) page 6, ligne 76-20; figure 3	10, 13

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

27 septembre 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

09/10/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Coppieters, C

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

de Internationale No

PCT/FR 01/02225

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3018451	A	23-01-1962	GB	907010 A	26-09-1962
DE 2328719	A	02-01-1975	DE	2328807 A1	09-01-1975
			DE	2328719 A1	02-01-1975
US 5991989	A	30-11-1999	JP	8307197 A	22-11-1996
			EP	0742643 A1	13-11-1996
			US	5821665 A	13-10-1998
EP 0854571	A	22-07-1998	JP	10261938 A	29-09-1998
			EP	0854571 A2	22-07-1998
			US	5977686 A	02-11-1999

## TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

Expéditeur : le BUREAU INTERNATIONAL

NOTIFICATION RELATIVE  
A LA PRESENTATION OU A LA TRANSMISSION  
DU DOCUMENT DE PRIORITE

(instruction administrative 411 du PCT)

Destinataire:

ESSELIN, Sophie  
Thales Intellectual Property  
13, av. du Prés. Salvador Allende  
F-94117 Arcueil Cedex  
FRANCE

Date d'expédition (jour/mois/année) 04 septembre 2001 (04.09.01)	
Référence du dossier du déposant ou du mandataire 62170	<b>NOTIFICATION IMPORTANTE</b>
Demande internationale no PCT/FR01/02225	Date du dépôt international (jour/mois/année) 10 juillet 2001 (10.07.01)
Date de publication internationale (jour/mois/année) Pas encore publiée	Date de priorité (jour/mois/année) 13 juillet 2000 (13.07.00)
Déposant THALES etc	

1. La date de réception (sauf lorsque les lettres "NR" figurent dans la colonne de droite) par le Bureau international du ou des documents de priorité correspondant à la ou aux demandes énumérées ci-après est notifiée au déposant. Sauf indication contraire consistant en un astérisque figurant à côté d'une date de réception, ou les lettres "NR", dans la colonne de droite, le document de priorité en question a été présenté ou transmis au Bureau international d'une manière conforme à la règle 17.1.a) ou b).
2. Ce formulaire met à jour et remplace toute notification relative à la présentation ou à la transmission du document de priorité qui a été envoyée précédemment.
3. Un **astérisque(\*)** figurant à côté d'une date de réception dans la colonne de droite signale un document de priorité présenté ou transmis au Bureau international mais de manière non conforme à la règle 17.1.a) ou b). Dans ce cas, **l'attention du déposant est appelée** sur la règle 17.1.c) qui stipule qu'aucun office désigné ne peut décider de ne pas tenir compte de la revendication de priorité avant d'avoir donné au déposant la possibilité de remettre le document de priorité dans un délai raisonnable en l'espèce.
4. Les **lettres "NR"** figurant dans la colonne de droite signalent un document de priorité que le Bureau international n'a pas reçu ou que le déposant n'a pas demandé à l'office récepteur de préparer et de transmettre au Bureau international, conformément à la règle 17.1.a) ou b), respectivement. Dans ce cas, **l'attention du déposant est appelée** sur la règle 17.1.c) qui stipule qu'aucun office désigné ne peut décider de ne pas tenir compte de la revendication de priorité avant d'avoir donné au déposant la possibilité de remettre le document de priorité dans un délai raisonnable en l'espèce.

<u>Date de priorité</u>	<u>Demande de priorité n°</u>	<u>Pays, office régional ou office récepteur selon le PCT</u>	<u>Date de réception du document de priorité</u>
13 juil 2000 (13.07.00)	00/09246	FR	23 août 2001 (23.08.01)

Bureau international de l'OMPI  
34, chemin des Colombettes  
1211 Genève 20, Suisse

no de télécopieur (41-22) 740.14.35

Fonctionnaire autorisé:

V. Gross (Fax 338.87.40)

no de téléphone (41-22) 338.83.38

# TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS

PCT

AVIS INFORMANT LE DÉPOSANT DE LA  
COMMUNICATION DE LA DEMANDE  
INTERNATIONALE AUX OFFICES DÉSIGNÉS

(règle 47.1.c), première phrase, du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

ESSELIN, Sophie  
Thales Intellectual Property  
13, av. du Prés. Salvador Allende  
F-94117 Arcueil Cedex  
FRANCE

ARRIVÉE T.P.I.

1<sup>re</sup> FEV. 2002

TRANS. A.....

Date d'expédition (jour/mois/année) 24 janvier 2002 (24.01.02)		
Référence du dossier du déposant ou du mandataire 62170		AVIS IMPORTANT
Demande internationale n° PCT/FR01/02225	Date du dépôt international (jour/mois/année) 10 juillet 2001 (10.07.01)	Date de priorité (jour/mois/année) 13 juillet 2000 (13.07.00)
Déposant THALES etc		

1. Il est notifié par la présente qu'à la date indiquée ci-dessus comme date d'expédition de cet avis, le Bureau international a **communiqué**, comme le prévoit l'article 20, la demande internationale aux offices désignés suivants:  
KP, KR, US

Conformément à la règle 47.1.c), troisième phrase, ces offices acceptent le présent avis comme preuve déterminante du fait que la communication de la demande internationale a bien eu lieu à la date d'expédition indiquée plus haut, et le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale à l'office ou aux offices désignés.

2. Les offices désignés suivants ont renoncé à l'exigence selon laquelle cette communication doit être effectuée à cette date:  
AE, AG, AL, AM, AP, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EA, EC, EE, EP, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OA, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG,  
La communication sera effectuée seulement sur demande de ces offices. De plus, le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale aux offices en question (règle 49.1)a-bis)).
3. Le présent avis est accompagné d'une copie de la demande internationale publiée par le Bureau international le 24 janvier 2002 (24.01.02) sous le numéro WO 02/07310

## RAPPEL CONCERNANT LE CHAPITRE II (article 31.2)a) et règle 54.2)

Si le déposant souhaite reporter l'ouverture de la phase nationale jusqu'à 30 mois (ou plus pour ce qui concerne certains offices) à compter de la date de priorité, la **demande d'examen préliminaire international** doit être présentée à l'administration compétente chargée de l'examen préliminaire international avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité.

Il appartient exclusivement au déposant de veiller au respect du délai de 19 mois.

Il est à noter que seul un déposant qui est ressortissant d'un État contractant du PCT lié par le chapitre II ou qui y a son domicile peut présenter une demande d'examen préliminaire international (actuellement, tous les États contractants du PCT sont liés par le chapitre II).

## RAPPEL CONCERNANT L'OUVERTURE DE LA PHASE NATIONALE (article 22 ou 39.1))

Si le déposant souhaite que la demande internationale procède en **phase nationale**, il doit, dans le délai de 20 mois ou de 30 mois, ou plus pour ce qui concerne certains offices, accomplir les actes mentionnés dans ces dispositions auprès de chaque office désigné ou élu.

Pour d'autres informations importantes concernant les délais et les actes à accomplir pour l'ouverture de la phase nationale, voir l'annexe du formulaire PCT/IB/301 (Notification de la réception de l'exemplaire original) et le Guide du déposant du PCT, volume II.

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse	Fonctionnaire autorisé J. Zahra
n° de télécopieur (41-22) 740.14.35	n° de téléphone (41-22) 338.91.11

## TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

NOTIFICATION CONCERNANT LA  
TRANSMISSION DE DOCUMENTS

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

Commissioner  
US Department of Commerce  
United States Patent and Trademark  
Office, PCT  
2011 South Clark Place Room  
CP2/5C24  
Arlington, VA 22202  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
en sa qualité d'office désigné

Date d'expédition (jour/mois/année)  
24 janvier 2002 (24.01.02)

Demande internationale no  
PCT/FR01/02225

Date du dépôt international  
10 juillet 2001 (10.07.01)

Déposant

THALES etc

Le Bureau international transmet ci-joint le nombre de copies indiqué ci-après des documents suivants:

\_\_\_\_\_ copie(s) du (des) déclaration(s) (Rule 47.1(a-ter))

Bureau international de l'OMPI  
34, chemin des Colombettes  
1211 Genève 20, Suisse

no de télécopieur: (41-22) 740.14.35

Fonctionnaire autorisé

SEYMANY Malathib

no de téléphone: (41-22) 338.83.38



**Cadre n° VIII.iii) DÉCLARATION : DROIT DE REVENDIQUER LA PRIORITÉ**

*La déclaration doit être conforme au libellé standard suivant prévu à l'instruction 213; voir les notes relatives aux cadres n°s VIII, VIII.i) à v) (généralités) et les notes spécifiques au cadre n° VIII.iii). Si ce cadre n'est pas utilisé, cette feuille ne doit pas être incluse dans la requête.*

Déclaration relative au droit du déposant, à la date du dépôt international, de revendiquer la priorité de la demande antérieure indiquée ci-dessous si le déposant n'est pas celui qui a déposé la demande antérieure ou si son nom a changé depuis le dépôt de la demande antérieure (règles 4.17.iii) et 51bis.1.a)iii) :

Concernant la présente demande internationale THALES a le droit de revendiquer la priorité de la demande antérieure N° 00 09246 en vertu :

du changement de nom du déposant de THOMSON-CSF en THALES le 16 mai 2001.

La présente déclaration est faite aux fins de toutes les désignations.

☐ Cette déclaration continue sur la feuille suivante, "Suite du cadre n° VIII.iii)".